

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. Dezember 2004 (02.12.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/104906 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G06K 9/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/001556

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Mai 2003 (14.05.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): TBS HOLDING AG [CH/CH]; Schindellegistrasse
19, CH-8808 Pfäffikon (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAUKE, Rudolf
[DE/DE]; Bergstrasse 70, 89168 Niederstotzingen (DE).
MERBACH, Peter-Michael [DE/DE]; Friedensstrasse

46, 98544 Zella-Mehlis (DE). NOTHAFT, Hans-Peter
[DE/DE]; Jasminweg 3, 89233 Neu-Ulm (DE).

(74) Anwalt: LIEDTKE, Klaus; Elisabethstrasse 10, Postfach
10 19 16, 99019 Erfurt (DE).

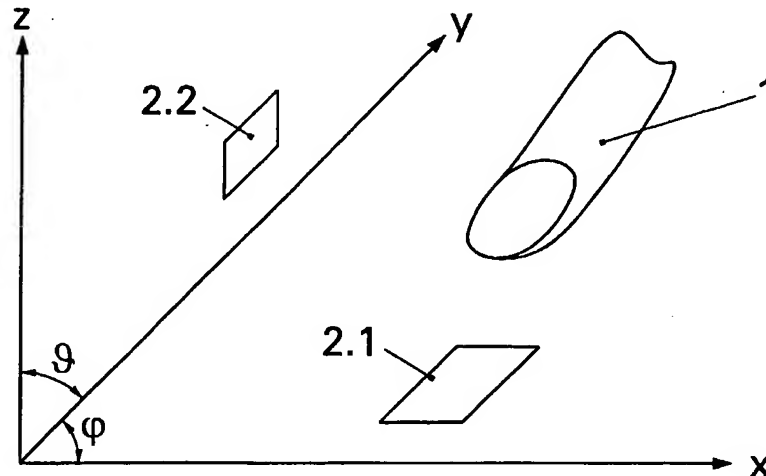
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO,
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE RECOGNITION OF BIOMETRIC DATA FOLLOWING RECORDING FROM
AT LEAST TWO DIRECTIONS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERKENNUNG BIOMETRISCHER DATEN NACH
AUFNAHME AUS MINDESTENS ZWEI RICHTUNGEN



(57) Abstract: According to the invention, an object is simultaneously detected from at least two different recording directions, and a three-dimensional model of the viewed object is calculated from at least two representations and is compared with a reference model that has also been obtained from several representations. The object is identified as correct if the data obtained from the representations simultaneously correspond to the data of the reference model except for predetermined tolerances. Furthermore, the light sources are switched in a pulse-encoded manner while the signals are synchronously evaluated by means of an image receiver array. The aim of the invention is to be able to use said method and device in a modular manner in existing recognition methods while being able to detect forgeries created by applying masks to the objects that are to be recognized.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/104906 A1



TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) Zusammenfassung: Ein Objekt wird gleichzeitig aus mindestens zwei verschiedenen Aufnahmerichtungen erfasst und aus mindestens zwei Abbildungen ein dreidimensionales Modell des betrachteten Objektes errechnet und mit einem aus ebenfalls mehreren Abbildungen gewonnenem Referenzmodell verglichen, wobei das Objekt als richtig identifiziert wird, falls die aus den Abbildungen gewonnenen Daten gleichzeitig bis auf jeweils vorherbestimmte Toleranzen mit den Daten des Referenzmodells übereinstimmen. Auch werden die Lichtquellen pulskodiert geschaltet und synchron dazu erfolgt die Auswertung der Signale mit einem Bildempfänger-Array. Die Erfindung soll modular an bestehenden Erkennungsverfahren einsetzbar sein und auch Fälschungen sicher erkennen, die durch das Aufbringen von Masken auf die zu erkennenden Objekte erzeugt werden.

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERKENNUNG BIOMETRISCHER DATEN NACH AUFNAHME AUS
INDESTENS ZWEI RICHTUNGEN

5

10

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erkennung biometrischer Daten mit hoher Fälschungssicherheit, insbesondere zur Erkennung von Finger- und Gesichtsmerkmalen, wobei ein Objekt durch optische Abtastung erfasst wird und mittels digitaler Bildverarbeitung numerische Kennwerte ermittelt werden.

20

In vielfältigen Anwendungen werden Sicherheitssysteme angewendet um unbefugten Personen den Zugang zu bestimmten Bereichen zu verwehren. Solche Bereiche sind beispielsweise Geldautomaten, geheim zu haltende Laborräumlichkeiten und dergleichen. Diese Systeme verwenden hauptsächlich Einrichtungen zur Fingerabdruck- und Gesichtserkennung.

25

Es bestehen umfangreiche Versuche, diese Systeme zu überwinden. Zur Erhöhung der Sicherheit werden zusätzliche Mittel eingesetzt, mit denen überprüft wird, ob es sich um ein lebendes Objekt handelt.

30

Im Stand der Technik sind Systeme bekannt, die Lebendfunktionen der Objekte

durch Ermittlung von Sauerstoffsättigung, Blutpuls oder anderer Parameter festzustellen, um damit Fälschungen zu erkennen.

5 In EP 0 359 554 B 1 ist eine Anordnung zur Bestimmung von Fingerabdrücken beschrieben, mit der Zonen des Fingers auf einen Lichtempfänger abgebildet 7 werden. Die Anordnung verfügt über eine Lichtquelle, Mittel zum Führen der von der Lichtquelle auf die Oberfläche des zu detektierenden Fingers verlaufenden Lichtstrahlen, ein optisches Abbildungssystem, welches von einem
10 bestrahlten Teil der Probe ein Bild erzeugt, einer Lichtdetektoreinrichtung zum Detektieren des Bildes und eine Einrichtung zur Ausgabe eines Detektionssignals. Mit der Anordnung soll bestimmt werden, ob die Probe ein biologisches Objekt oder eine Nachbildung ist.

Hierzu ist der Lichtdetektor mit einer Lichtempfängerfläche versehen, die in
15 eine Vielzahl von Zonen geteilt ist, so dass ein Bild des bestrahlten Teils auf der Lichtempfängerfläche erzeugt wird. Der Lichtdetektor verfügt über getrennte optische Ausgänge für die jeweils von einer Vielzahl von Zonen empfangenen Lichtstrahlen.

Die Unterscheidung, ob es sich um ein authentisches Objekt, also einen leben-
20 den Finger, oder um eine Nachbildung handelt, erfolgt durch Auswertung des Lichtverlaufes, wobei die Erscheinung ausgenutzt wird, dass sich bei einem authentischen Finger und bei einer Nachbildung unterschiedliche Lichtverläufe ergeben.

25 Häufig werden Fälschungen durch das Aufbringen von Masken auf lebende Objekte begangen. Insbesondere bei Fingerabdruckerkennungssystemen wird versucht, durch das Aufbringen einer dünnen Latex- oder Gelatineschicht, auf der sich Abdrücke von Hautleisten einer anderen Person befinden, unberechtigt Zugang zu gesicherten Bereichen zu erlangen.

30

Bei der in EP 0 359 554 B1 beschriebenen Anordnung ist nachteilig, dass

folienartige Nachbildungen nicht erkannt werden.

5 Ferner ist in EP 1 073 988 B 1 ein System zur Hand- und Fingerlinien-Erkennung beschrieben, das zur Identifizierung von Personen dient. Mit diesem System werden unter Verzicht auf mechanische Bewegungen der Anordnung durch Verwendung einer Lichtquelle, eines Polarisationsfilters und einer Kamera Hand- und/oder Fingerlinien, Muster von Papillarleisten, Muster der Unterhaut oder dergleichen optisch berührungslos zur Aufnahme eines Bildes erfasst. Die optische Erfassung erfolgt mittels im Beleuchtungsstrahlengang
10 sowie im Abbildungsstrahlengang angeordneter Polarisationsfilter und einer starr angeordneten Kamera.

Allen bekannten Verfahren haftet der Nachteil an, dass sie nicht in der Lage sind, eine Maske zu erkennen, die auf einem lebenden Objekt aufgebracht ist.

15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, mit denen eine hohe Fälschungssicherheit erreicht wird. Die Erfindung soll modular an bestehenden Erkennungsverfahren einsetzbar sein und auch Fälschungen sicher erkennen, die durch das
20 Aufbringen von Masken auf die zu erkennenden Objekte erzeugt werden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem Verfahren, welches die in
25 Anspruch 1 angegebenen Merkmale und mit einer Vorrichtung, welche die in Anspruch 13 angegebenen Merkmale enthält, gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

30 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird das Objekt gleichzeitig aus mindestens zwei verschiedenen Aufnahmerichtungen erfasst und aus

mindestens zwei Abbildungen ein dreidimensionales Modell des betrachteten Objektes errechnet, das mit einem aus ebenfalls mehreren Abbildungen gewonnenem Referenzmodell verglichen wird. Das Objekt wird dann als richtig identifiziert, wenn gleichzeitig die aus den beiden Abbildungen gewonnenen Daten bis auf jeweils vorherbestimmte Toleranzen mit den Daten des Referenzmodells übereinstimmen.

Unter gleichzeitig soll dabei verstanden werden, dass die beiden Abbildungen innerhalb eines Zeitraumes von höchstens 0,1 s gewonnen werden, so dass eine Manipulation durch Austausch oder Veränderung des Objektes ausgeschlossen werden kann.

Vorzugsweise bilden die Aufnahmerichtungen, aus denen das Objekt betrachtet wird, einen Winkel von 90 Grad und liegen in einer Ebene. Dabei kann das abzubildende Objekt auf einer ebenen Fläche eines optischen Sensors aufliegen oder berührungslos abgetastet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren erkennt mit hoher Sicherheit Fälschungen an Kontrollstellen, an denen personenbezogene Objekte wie Finger oder Gesichter kontrolliert werden. Die Prüfung erfolgt durch einen Vergleich von Datensätzen von aus mindestens zwei gleichzeitig aufgenommenen Abbildungen des zu untersuchenden Prüfobjektes mit dem Datensatz eines gespeicherten dreidimensionalen Referenzobjektes.

Bei Kontrollen, die Merkmale eines Fingers auswerten, werden Fälschungen üblicherweise dadurch erzeugt, dass sich ein Unberechtigter von einer berechtigten Person einen Fingerabdruck beschafft, diesen auf eine maskenförmige Nachbildung überträgt und die Maske in Form einer dünnen Folie über den Finger zieht. Da derartig gefälschte Fingerabdrücke immer nur eine Teilfläche des Fingers erfassen, ist es deshalb für den Unberechtigten kaum möglich, der Sicherheitskontrolle gleichzeitig zwei Bilder von unterschiedlichen Bereichen des Originalfingers, die bei der Kontrolle abgefragt werden, zu präsentieren und damit die dreidimensionale Kontur zu erfassen und nachzubilden. Dies ist

5 darin begründet, dass in der Regel nur latente Abdrücke, also zweidimensionale Informationen hinterlassen werden. Derartige Informationen können Fingerabdrücke oder Bilder des Objektes, vorzugsweise von Gesicht oder Finger, sein, die nur eine zweidimensionale Information enthalten, so dass der Unberechtigte aus einer oder mehreren zweidimensionalen Informationen exakt das abgespeicherte dreidimensionale Referenzmodell nachbilden müsste. Es ist auch sehr unwahrscheinlich, dass eine unberechtigte Person, die eine Maske über ihren Finger streift, in der räumlichen Struktur mit dem Finger der zu imitierenden Person übereinstimmt.

10 Für den Unberechtigten ist es somit unmöglich, diese für die Übereinstimmungen der dreidimensionalen Modelle erforderlichen Bedingungen herbeizuführen.

15 Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ergibt sich dadurch, dass zur Charakterisierung des Objektes ein Bild verwendet wird, welches nicht alle aus den Minutien der Fingerlinien abgeleiteten Daten, sondern nur charakteristische Profildaten ermittelt und verwendet. Diese Datenstrukturen sind besonders geeignet, Indizes für Datenbanken zu bilden, und ermöglichen es damit, die
20 Identifizierung einer Person aus einer großen Anzahl von Personen erheblich zu beschleunigen.

Da damit eine geringere Datenmenge zur Überprüfung erforderlich ist, kann die Geschwindigkeit der Überprüfung einer Person deutlich erhöht werden, was
25 insbesondere in Fällen, in denen zur Überprüfung des Einlasses einer Person viele Datensätze abgefragt werden müssen, was beispielsweise dann der Fall ist, wenn viele Personen zum Zutritt berechtigt sind, so dass für die Zutrittskontrolle einer Person eine Vielzahl von Referenzdatensätzen abgefragt werden müssen.

30 Als aussagekräftige Daten sind beispielsweise geeignet
die Breite und Länge von Fingergliedern,

Damit können künstliche, nicht lebende Objekte mit höchster Sicherheit erkannt werden.

5 In der praktischen Anwendung wird der Finger von einer ringförmigen, kreuzförmigen oder paarweisen Anordnung von Lichtquellen einer definierten Wellenlänge mit dem Lichtempfängerarray als Zentrum beleuchtet. Zunächst werden die Orte der maximalen Intensität $P(\lambda_i, \max)$ festgestellt. Ausgewertet wird nur die Intensität des rückdiffundierten Lichts im Mittelpunkt der Orte maximaler Intensität $P_z(\lambda_i, \max)$. Damit erfolgt die Messung an einem definierten Ort. Vorteilhaft ist dabei, dass bei der Messung des aufsummierten rückgestreuten Signals das Signal/Rauschverhältnis verbessert wird.

10 Die Fälschungssicherheit ist um so besser, je mehr Spektrallinien zur Beleuchtung des Fingers verwendet werden, da sich über die zusätzlichen Unterscheidungsmerkmale eine Erhöhung der Fälschungssicherheit ergibt.

15 Da die Absorption von Licht in sauerstoffreichem Blut sich von derjenigen in sauerstoffarmem Blut unterscheidet, können insbesondere zur Erkennung lebender Objekte Lichtquellen verwendet werden, die Licht mit Wellenlängen von ca. $\lambda_1 = 678$ nm und ca. $\lambda_2 = 835$ nm ausstrahlen. Die Lichtwellenlänge 678 nm weist die größte Empfindlichkeit zur Erkennung des Unterschiedes zwischen sauerstoffreichem und sauerstoffarmem Blut auf, was beispielsweise zum Nachweis genutzt werden kann, dass es sich um ein lebendes Objekt handelt. Demgegenüber ist bei Beleuchtung der Objekte mit Licht einer Wellenlänge von ca. 835 nm kein Unterschied zwischen einem lebenden und einem künstlichen Objekt festzustellen.

25 Eine zur Anwendung des Verfahrens geeignete Anordnung sieht vor, eine oder mehrere Lichtquellen ringförmig oder zumindest paarweise so anzuordnen, dass das zu untersuchende Objekt punktförmig beleuchtet wird. Die Beleuchtung kann entweder unmittelbar oder mit Hilfe eines abbildenden optischen System erfolgen. Die rückgestreute Intensitätsverteilung wird mit einem

30

Lichtempfängerarray erfasst.

Die Nachweissicherheit kann weiter dadurch verbessert werden, dass die Licht-
quellen puls-kodiert geschaltet werden und synchron dazu die Auswertung mit
5 einer CMOS-Kamera erfolgt.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher
erläutert.

10

In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

- | | | |
|----|---------|--|
| 15 | Figur 1 | eine schematische Darstellung einer Anordnung mit zwei Detektoren, |
| | Figur 2 | Beispiele für Abbildungen eines Fingerabschnittes, |
| 20 | Figur 3 | eine schematische Darstellung der Auswertung von Hautlinien eines Fingers, |
| | Figur 4 | charakterisierende geometrische Größen eines Fingerabschnittes, |
| 25 | Figur 5 | Koordinaten zur Charakterisierung des Fingerabschnittes, |
| | Figur 6 | eine schematische Darstellung einer Anordnung zur Streulichtauswertung, |
| 30 | Figur 7 | eine Anordnung zur Lagefixierung einer Hand, |

Figur 8 Merkmale eines menschlichen Ohres,

Figur 9 die Vorderansicht einer Anordnung mit zusätzlicher punktförmiger Beleuchtung eines Fingerabschnittes,

Figur 10 die Draufsicht auf die in Figur 8 gezeigte Anordnung

und

Figur 11 den Intensitätsverlauf der Helligkeit punktförmig beleuchteter Fingerabschnitte.

Figur 1 erläutert die grundsätzliche Funktionsweise einer Einrichtung zur fälschungssicheren Prüfung durch die gleichzeitige Erfassung von zwei aus verschiedenen Richtungen ermittelten Teilbildern des Fingers 1. Die Lage des Fingers ist in einem kartesischen Koordinatensystem mit den Koordinaten x , y , z definiert. Wie in dieser Abbildung gezeigt, wird zusätzlich zu dem vom Detektor 2.1, der in der x - y -Ebene angeordnet ist und das Bild des Fingers 1 in z -Richtung erfasst, das durch Auflegen auf einen Sensor oder vorzugsweise durch Abbildung entsteht, gleichzeitig dieser Finger aus einem anderen Blickwinkel erfasst. Vorzugsweise bilden die Aufnahmerichtungen, aus denen das Objekt betrachtet wird, einen Winkel von 90 Grad und liegen in einer Ebene. Das bedeutet, dass die in Figur 1 dargestellten Winkel φ und δ zwischen Aufnahmerichtung und eine durch die Fingerachse als y -Achse gehende Koordinatenrichtung 90° betragen. Ein zweites Bild wird vom Detektor 2.2, der in der y - z -Ebene angeordnet ist, in x -Richtung aufgenommen.

Die Funktionswerte werden mit in einer Datenbank gespeicherten Daten von

Referenzfunktionen verglichen, die eine gleiche Datenstruktur aufweisen

Die Referenzfunktionen lauten dann

$R_{xy}(x, y, m_{xy})$ für das Referenzbild in der x-y-Ebene, mit dem das vom
Detektor 2.1 in der x-y-Ebene aufgenommene Bild F_{xy} übereinstimmen
muss

und

$R_{yz}(z, y, m_{yz})$ für das Referenzbild in der y-z-Ebene, mit dem
das vom Detektor 2.2 in der y-z-Ebene aufgenommene Bild
übereinstimmen muss.

Das Objekt wird als richtig erkannt, wenn für F_{xy} und R_{xy} sowie für F_{yz} und R_{yz}
jeweils gleichzeitig eine ausreichende Datenmenge, beispielsweise 90 %, übereinstimmt.

Die Abbildungen der Hautleisten können durch Erkennungsfunktionen der Art
 $F(x, y, z, m)$ beschrieben werden.

Für die in Figur 1 dargestellten Anordnung beschreibt die Funktion

$F_{xy}(x, y, m_{xy})$

das vom Detektor 2.1 in der x-y-Ebene aufgenommene Bild

und die Funktion

$F_{yz}(z, y, m_{yz})$

das vom Detektor 2.2 in der y-z-Ebene aufgenommene Bild,

wobei m_{xy} und m_{yz} charakteristische Erkennungsmerkmale von Hautpunkten in
den jeweiligen Ebenen beschreiben.

In Figur 2 sind zwei Abbildungen von Hautleisten eines zu prüfenden Fingers
dargestellt.

Die Auswertung der Merkmale m kann mit der in Figur 3 gezeigten Methode,
bei der die Erkennungsmerkmale mit Hilfe der Minutienbeziehungen nach
FBI/NIST ausgewertet werden, erfolgen. Hierbei werden an diskreten Stellen
besondere Merkmale der Hautleisten ausgewertet, beispielsweise

Bifurkationen. Im dargestellten Fall erfolgt dies an den Punkten 1 bis 6.

5 **Figur 4** erläutert für ein Fingerglied charakteristische Parameter, die zur Beschreibung einer Profilfunktion mit gegenüber den oben erläuterten Datensätzen, mit denen Minutienbeziehungen beschrieben werden, einen sehr viel geringeren Datenumfang benötigen und trotzdem für eine sichere Beschreibung der individuellen Daten eines Fingers geeignet sind. Hierzu werden diskrete geometrische Strukturmerkmale, wie die Dicke des Fingers an einer bestimmten Stelle eines Koordinatensystems, der Ansatz des Nagelbettes und dergleichen verwendet.

10 Im dargestellten Fall dienen hierzu Größen, welche die geometrische Gestalt des vorderen Fingergliedes beschreiben. Dieses Glied reicht von der Fingerspitze FS bis zur Gliedfalte GF. Die zu seiner Charakterisierung verwendeten Größen sind:

- 15
- die Gliedlänge l_G und Gliedbreite b_G ,
 - die Länge des Nagels l_N und die Breite des Nagels b_N
 - die Projektionsfläche des Gliedes F_G und die Projektionsfläche des Nagelbettel F_N ,

20 oder aus diesen Größen abgeleitete Koeffizienten, wie beispielsweise

$$b_G/l_G, F_G/l, F_N/l, F_G/b_G, F_N/b_N, F_N/b_G l_G \text{ oder } F_N/b_G l_G.$$

25 In **Figur 5** ist eine Möglichkeit zur Erfassung der Profilfunktion als zweidimensionale Information gezeigt, bei der Koordinatenwerte der äußeren Begrenzung des Fingergliedes biometrische Merkmale liefern. Hierzu sind besonders die Abstände von einer Bezugskoordinate x geeignet. Dies können beispielsweise der Höhenabstand $h(x)$ der oberen Fingerbegrenzung von der Bezugskoordinate an der Stelle x oder der Tiefenabstand $t(x)$ der unteren Fingerbegrenzung von der Bezugskoordinate an der Stelle x sein. Zusätzlich

30

können auch Parameter einer Nagelbettbeschreibung einbezogen werden.

5 **Figur 6** zeigt eine Ausführungsform, die eine sichere Kontrolle auch für den Fall ermöglicht, in dem es einem Unberechtigten gelingen sollte, die oben beschriebenen Verfahren zu überwinden, beispielsweise durch einen Kunstfinger mit identischen geometrischen Merkmalen. Dies gelingt durch eine spektroskopische und/oder streulichtspektroskopische Auswertung, indem lateral von der Lichtquelle 3 ausgehende Beleuchtungsstrahlen B auf den Finger 1 gerichtet werden und der reflektierte Lichtanteil R und/oder der transmissive Lichtanteil T spektroskopisch und/oder streulichtspektroskopisch ausgewertet werden. 10 Zur Auswertung des reflektierten Lichtanteils R dient der Lichtdetektor 2.2 und zur Auswertung des transmissiven Lichtanteils T der Streulichtdetektor 2.4. Diese Anordnung kann sowohl als zusätzliche Komponente als auch als eigenständige Kontrollanordnung vorgesehen werden. 15 Vorteilhaft werden hierzu Lichtwellenlängen von ca. 678 nm und 808 nm verwendet.

20 **Figur 7** erläutert eine Möglichkeit zur definierten Fixierung einer zu kontrollierenden Hand. An der dargestellten Einrichtung sind eine Reihe von Fixierungselementen 4 angeordnet, wobei mit dem Element 4.1 die Höhenfixierung und mit den Elementen 4.2 ... 4.6 die seitliche Fixierung erfolgt. Die für die Ermittlung der Abbildungen an den relevanten Fingerteilflächen verwendeten und hier nicht dargestellten Sensoren befinden sich unterhalb der Hand. Wie oben 25 erwähnt, können hierzu sowohl berührende als auch berührungslos abtastende Sensoren verwendet werden.

30 **Figur 8** zeigt am Beispiel eines menschlichen Ohres charakteristische Merkmale, mit denen die Authentizität eines Gesichtes überprüft werden kann. Form und Größe von Teilen des Ohres sind besonders geeignet, Personen zu kennzeichnen. Als besonders geeignete Merkmale hierfür können verwendet

5 werden: die Außenleiste (Helix) 5.1, die Innenleiste (Anthelix) 5.2, die Längsfurche 5.3, die Muschel 5.4, mit ihrem oberen (Cymba) und dem unteren Teil (Cavum) 5.4.1, die Schrägfurche (Sulcus obliquus) 5.5, der hintere Höcker (Antitragus) 5.6, die Dreiecksgrube (Fossa triangularis) 5.7, der Schenkel der Außenleiste (Crus helices) 5.8, der vordere Höcker (Tragus) 5.9, der Zwischenhöckereinschnitt (Inscura intertragica) 5.10 und das Lappchen (Lehulus auricularian) 5.11.

10 In den **Figuren 9 und 10** ist eine Anordnung dargestellt, mit der durch zusätzliche punktförmige Beleuchtung eine Überprüfung der Authentizität des zu untersuchenden Objektes erfolgt. Die Unterscheidung, ob es sich um ein authentisches Objekt, also einen lebenden Finger, oder um eine Nachbildung handelt, erfolgt dadurch, dass eine zusätzliche punktförmige Beleuchtung von
15 ausgewählten Punkten auf dem Finger, die auf dem CMOS-Array des Sensors 2.1 und /oder 2.2 zusätzlich abgebildet werden. Dabei wird die Erscheinung ausgenutzt, dass sich bei einem authentischen Finger das Lichtrückstreuverhalten gegenüber demjenigen in Falsifikaten/Imitaten auf Grund unterschiedlicher Lichtverläufe in den Objekten unterscheiden. Die Erkennung von Imitaten
20 gelingt damit relativ einfach, da diese von Hautgewebe abweichende spektrale Rückstreueigenschaften aufweisen.

Ein großer Teil an Imitaten kann dadurch zurückgewiesen werden, dass neben den charakteristischen Fingerlinien weitere Eigenschaften der Hand/des Fingers betrachtet werden. Hier wird das Streuverhalten von sichtbarem und
25 infrarotem Licht in der Haut ausgewertet.

Licht dringt in die Haut ein und wird in verschiedenen Tiefen gestreut. Die Eindringtiefe ist abhängig von der Gewebestruktur, der Wellenlänge und der Absorption. Damit ergibt sich für das wieder austretende Licht eine starke Farbabhängigkeit. Blaues Licht dringt wenig in die Haut ein, damit ergibt sich
30 bei punktförmiger Bestrahlung ein kleiner Streuhof, während bei rotem Licht mit großer Eindringtiefe ein großer Streuhof entsteht.

Die optischen Eigenschaften von Gewebe sind über den gesamten Spektralbereich schwer zu imitieren. Auch ist der Volumeneffekt, d.h. das Streuverhalten von Licht in der Tiefe des Gewebes nur schwierig nachzubilden.

Bei der vorliegenden Erfindung werden die gemessenen, charakteristischen
5 Streueigenschaften von Licht im sichtbaren und infraroten Spektralbereich für den Nachweis von lebendem Gewebe genutzt.

10 Eine vorteilhafte Ausführung sieht vor, die Anordnung als eigenständiges Modul auszuführen, das mit einer ringförmigen oder zumindest mit einer paarweisen Anordnung einer oder mehrerer Lichtquellen ausgerüstet ist, welche Finger punktförmig beleuchten. Die Beleuchtung kann direkt oder
15 über eine Optik erfolgen. Die rückgestreute Intensitätsverteilung wird beispielsweise mit einer CCD- oder einer CMOS-Kamera ausgewertet.

Figur 11 zeigt Beispiele für den Intensitätsverlauf der Helligkeiten an punktförmig beleuchteten Stellen eines Fingers. Bei der Auswertung wird zunächst der Ort der maximalen Intensität des von den Lichtquellen 3.1 bis 3.4 erzeugten
20 Helligkeitsverlaufs $I_{\max,1}(\lambda_i)$ bis $I_{\max,4}(\lambda_i)$ festgestellt und anschließend die Intensität des rückdiffundierten Lichts an dem Ort bestimmt, der im Mittelpunkt zwischen den Orten maximaler Intensität $P(\lambda_i, \max)$ liegt. Der so ermittelte Mittelwert wird zur Auswertung herangezogen.

25 Da die Intensitätsverläufe in Abhängigkeit von den Wellenlängen λ_i des Lichtes der Lichtquellen 3.i verschieden sind, können einem "lebenden" Finger einer Person wellenlängenspezifische Kennwerte zugeordnet werden. Je mehr Spektralbereiche für die Auswertung zur Anwendung kommen, um so höher ist die Sicherheit, mit der Fälschungen aufgrund der zusätzlichen Unterscheidungsmerkmale erkannt werden.
30

- 15 -

Da die Absorption von Licht in sauerstoffreichem Blut sich von derjenigen in sauerstoffarmem Blut unterscheidet, können insbesondere für die oben beschriebene Lebenderkennung Lichtquellen mit ca. $\lambda_1 = 678$ nm und mit ca. $\lambda_2 = 835$ nm genutzt werden. Bei Beleuchtung mit λ_1 ergibt sich die größte
5 Empfindlichkeit für die Unterscheidung zwischen sauerstoffreichem und sauerstoffarmem Blut. Dies kann vorteilhaft zum Nachweis eines lebenden Objektes genutzt werden. Bei Beleuchtung mit λ_2 ist kein Unterschied festzustellen.

Eine Erhöhung der Nachweissicherheit kann auch erreicht werden, indem die
10 Lichtquellen pulskodiert geschaltet werden und synchron dazu die Bildauswertung erfolgt.

15

20

25

30

BEZUGSZEICHENLISTE

	1	Objekt (Finger)
5	2	Lichtdetektor
	2.1	erster Lichtdetektor in Ebene xy
	2.2	zweiter Lichtdetektor in Ebene zy
	2.3	dritter Lichtdetektor in Ebene zx
	2.4	Streulichtdetektor
10	3	Lichtquelle
	3.1 ... 3.4	neben einen Lichtdetektor positionierte Licht- Quellen
	4	Fixierungselemente
	4.1	Element zur Höhenfixierung
15	4.2 ... 4.6	Elemente zur seitlichen Fixierung
	B	Beleuchtungsstrahlengang
	R	reflektierter Lichtanteil
	T	transmissiver Lichtanteil
20	I	Intensitätsverlauf der Helligkeit
	FS	Fingerspitze
	GF	Gliedfalte
	N	Nagelbett
25	F _G	Fläche des Gliedes
	F _N	Fläche des Nagelbettes
	l _G	Gliedlänge
	b _G	Gliedbreite
	l	Länge des Nagels
30	b _N	Breite des Nagels
	h(x)	Höhenabstand der oberen Fingerbegrenzung an der Stelle x
	t(x)	Tiefenabstand der unteren Fingerbegrenzung an der Stelle x

35

40

PATENTANSPRÜCHE

5

1. Verfahren zur Erkennung biometrischer Daten, insbesondere zur Erkennung von Finger- und Gesichtsmerkmalen von Personen, bei dem ein Objekt (1) von einer Lichtquelle (3) beleuchtet und durch optische Abtastung erfasst wird und
10 mittels digitaler Bildverarbeitung numerische Kennwerte ermittelt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Objekt (1) gleichzeitig aus mindestens zwei verschiedenen Aufnahmerichtungen erfasst und aus mindestens zwei Abbildungen ein dreidimensionales Modell des betrachteten Objektes (1)
15 errechnet und mit einem aus ebenfalls mehreren Abbildungen gewonnenem Referenzmodell verglichen wird, wobei das Objekt (1) als richtig identifiziert wird, falls die aus den Abbildungen gewonnenen Daten gleichzeitig bis auf jeweils vorherbestimmte Toleranzen mit den Daten des Referenzmodells übereinstimmen.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass charakteristische Erkennungsmerkmale (m_F) der Hautleisten eines Referenzobjektes in einer Referenzfunktion $R(z, y, m_F)$ erfasst und mit einer Erkennungsfunktion $F(z, y, m_F)$, welche charakteristische Erkennungsmerkmale (m_F) der Hautleisten des
25 zu prüfenden Objektes (1) beschreibt, verglichen werden.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass von mindestens einer der Abbildungen diskrete geometrische Strukturmerkmale ausgewertet werden.

- 5 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Beschreibung eines Fingers Größen verwendet werden, welche die geometrische Gestalt des vorderen Fingergliedes beschreiben.
- 10 5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Charakterisierung des vorderen Fingergliedes die Parameter Gliedlänge l_G , Gliedbreite b_G , Länge des Nagels l_N , Breite des Nagels b_N , Projektionsfläche des Gliedes F_G , Projektionsfläche des Nagelbettel F_N oder aus diesen Größen abgeleitete Koeffizienten einzeln oder in Kombination verwendet werden.
- 15 6. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Beschreibung eines Gesichtes eine Frontalaufnahme und eine seitliche Aufnahme, aus der ein Ohr mindestens teilweise erkennbar ist, verwendet werden.
- 20 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf das Objekt (1) ein Lichtspalt oder -raster projiziert wird, so dass der projizierte Spalt auf der räumlichen Oberfläche des Objektes (1) eine Kontur bildet, dessen Abbildung eine Aussage über die dreidimensionale Form des Objektes (1) ermöglicht, wobei die Beleuchtung des Lichtspaltes oder -rasters mit Licht einer Wellenlänge erfolgt, die von der Wellenlänge, welche zur Beleuchtung der Hauptabbildung verwendet wird, verschieden ist, und
- 25 das Bild des Rasters oder Lichtspaltes aufgrund der anderen Lichtfarbe mit einer Kamera selektiv erfasst wird und durch Kennzeichnung der Kontur eines Teilbereiches des Objektes (1) als weiterer Parameter für die Erkennung der Übereinstimmung des Objektes (1) mit dem Referenzobjekt dient.

5 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein lateral von einer Lichtquelle (Q) ausgehender Beleuchtungsstrahlengang (B) auf das Objekt gerichtet wird und sowohl ein reflektierter Anteil (R) als auch ein transmissiver Anteil (T) spektroskopisch und/oder streulichtspektroskopisch ausgewertet werden.

10 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswertung mit Licht der Lichtwellenlängen 678 nm und ca. 808 nm bis 835 nm erfolgt.

15 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Erhöhung der Fälschungssicherheit das Objekt mit zusätzlichen Lichtquellen im sichtbaren und/oder infraroten Spektralbereich an mindestens zwei Stellen punktförmig beleuchtet und die Intensität des aus dem Objekt (1) rückdiffundierten Lichtes an diesen Punkten gemessen und mit einem Referenzwert verglichen wird.

20 11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zunächst der Ort der maximalen Intensität für diese Punkte ermittelt und aus dem Wert von mindestens zwei Intensitätsschwerpunkten ein Mittelwert ermittelt wird.

25 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Einschreiben eines Referenzdatensatzes das Objekt mehrfach abgebildet wird, indem es schrittweise um eine durch das Objekt verlaufende Achse gedreht wird und in mehreren diskreten Stellungen jeweils
30 zwei Abbildungen gespeichert und zu einem oder mehreren dreidimensionalen Modellen zusammengefügt werden.

5 13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtquellen pulskodiert geschaltet werden und synchron dazu die Auswertung der Signale mit einem Bildempfänger-Array erfolgt.

10 14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13 , **dadurch gekennzeichnet**, dass das die Vorrichtung mindestens eine sichtbares und/oder infrarotes Licht aussendende Beleuchtungseinrichtung sowie mindestens zwei Lichtdetektoren (2) zur Aufzeichnung zweier unabhängiger Bilder enthält.

15 15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtdetektoren (2) in mindestens einem Bildempfänger-Array angeordnet sind.

20 16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kamera ein CMOS-Array enthält, in dem mindestens zwei Bereiche für die Aufnahme getrennter Abbildungen angeordnet sind und vor der Kamera eine Einrichtung zur optischen Zusammenführung zweier Abbildungen angeordnet ist.

25 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei Lichtquellen (3) paarweise oder ringförmig um den Lichtdetektor (2) angeordnet sind, die das Objekt (1) punktförmig beleuchten und die rückgestreute Intensitätsverteilungen mit dem Lichtdetektor (2) erfasst wird.

30 18. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vom Objekt (1) rückgestreute Intensitätsverteilung mit mehreren elektronischen Kameras gleichzeitig erfasst wird.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vom Objekt rückgestreute Intensitätsverteilung mit einer elektronischen Kamera erfasst wird, wobei von der Kamera mehrere Bilder aus verschiedenen Aufnahmerichtungen erfasst werden, die durch strahlenvereinigende optische Elemente zusammengeführt werden.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zusätzlichen Lichtquellen (3) zur punktförmigen Beleuchtung als eigenständiges Modul an der Vorrichtung angeordnet sind.

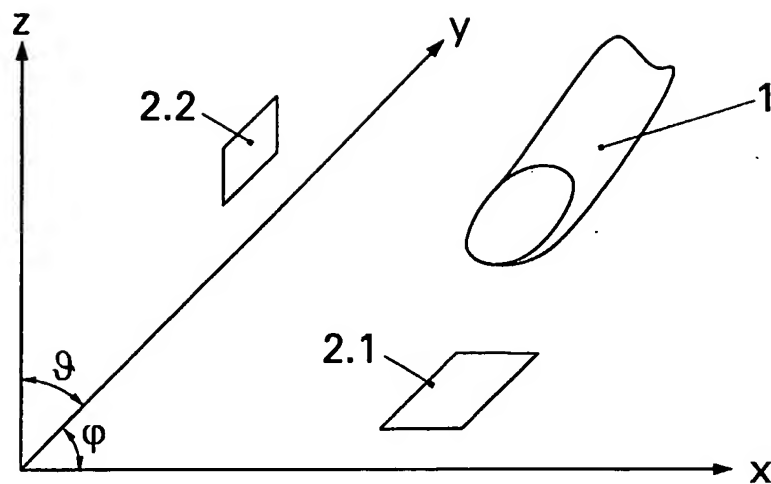


Fig. 1



Fig. 2

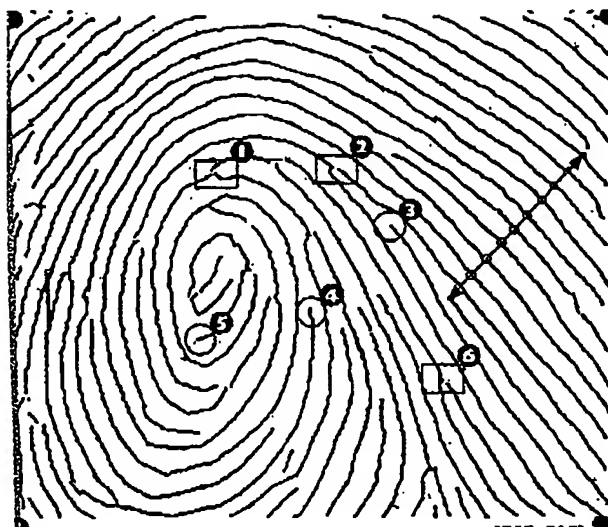


Fig. 3

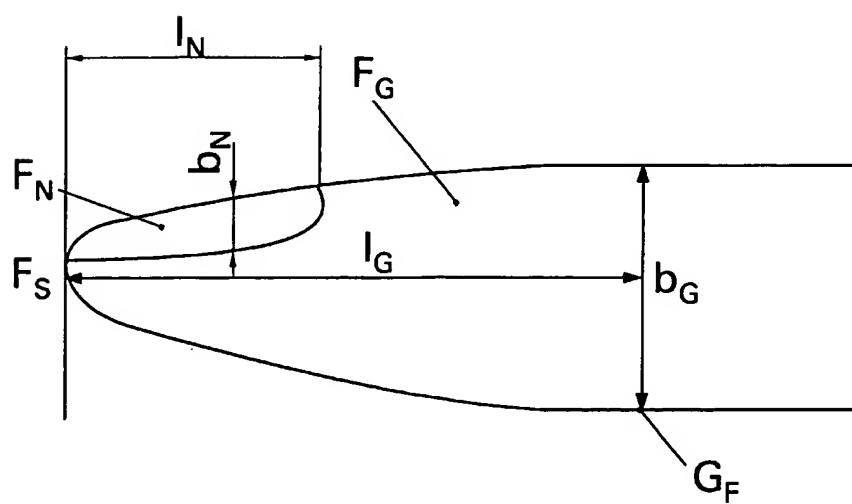
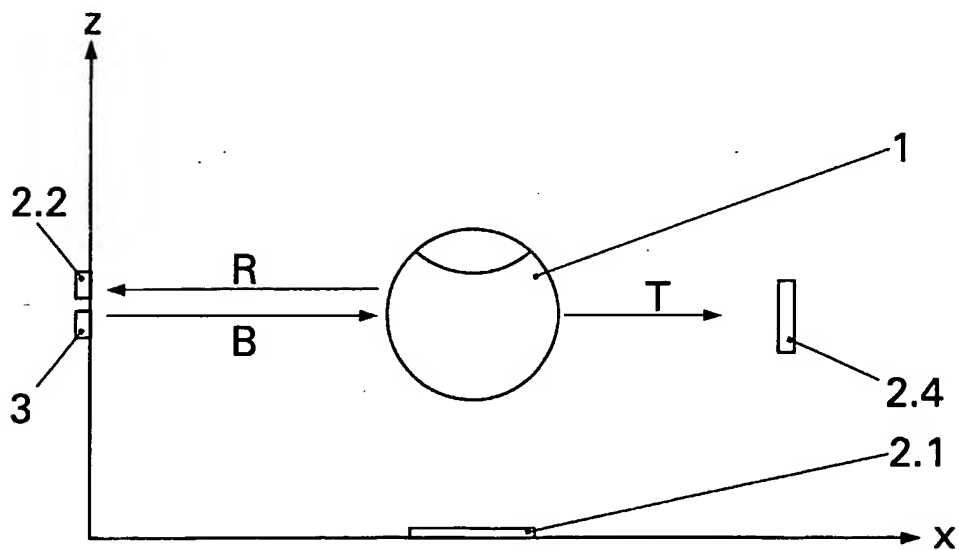
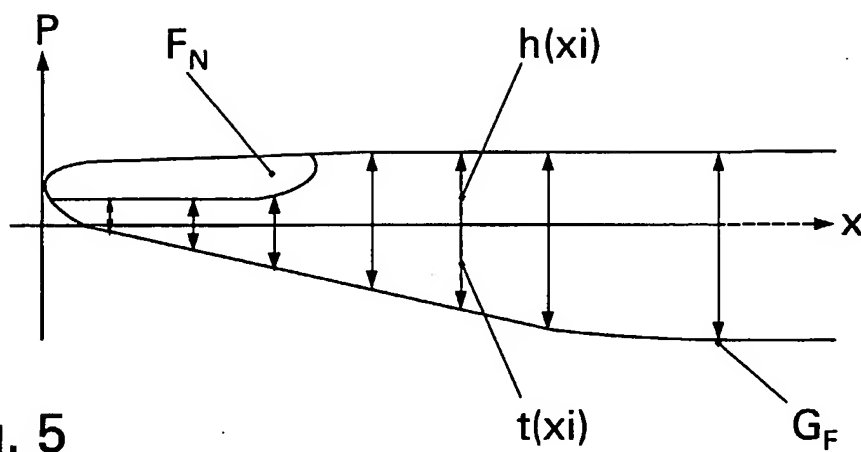


Fig. 4



4 / 6

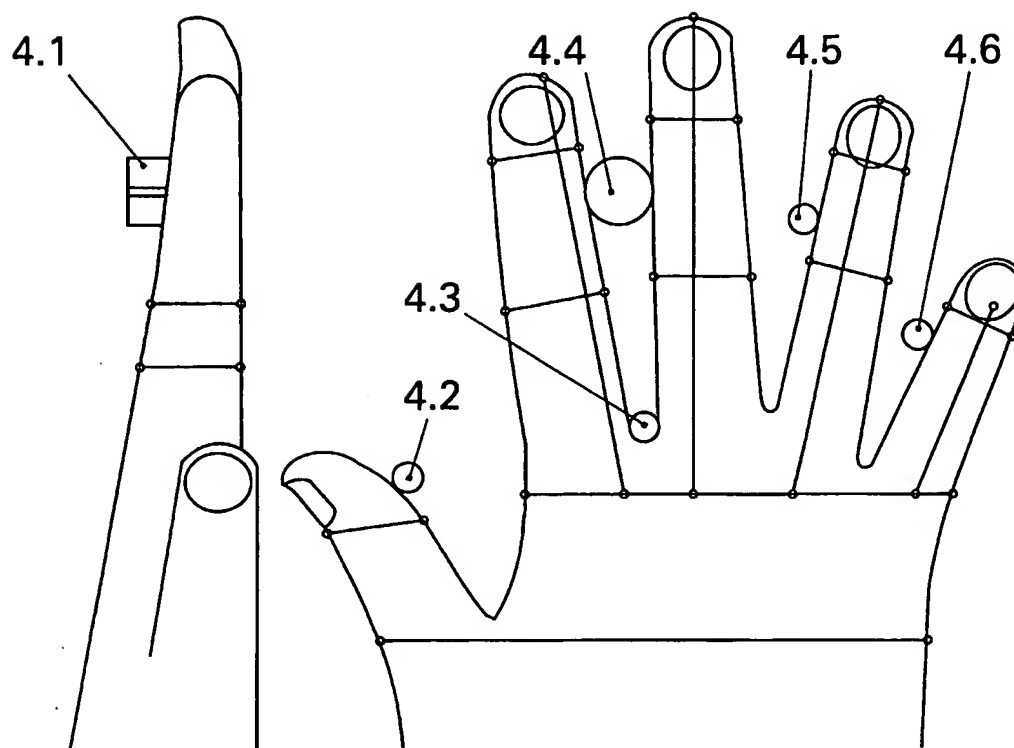


Fig. 7

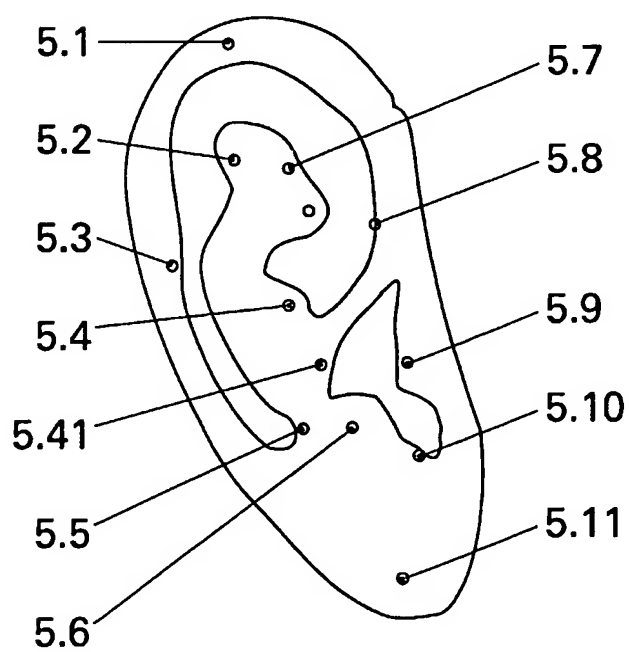


Fig. 8

5 / 6

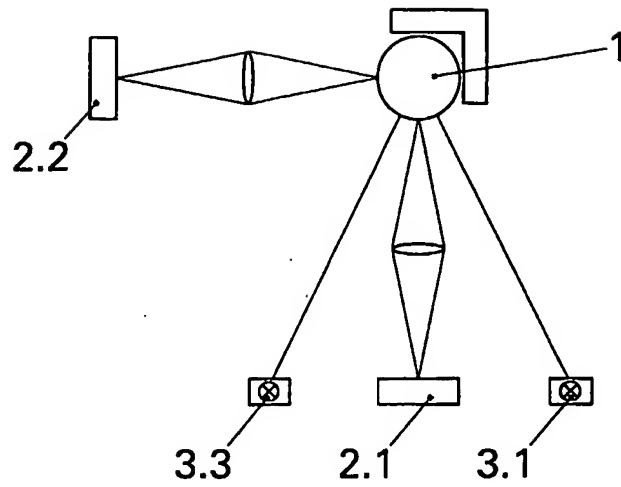


Fig. 9

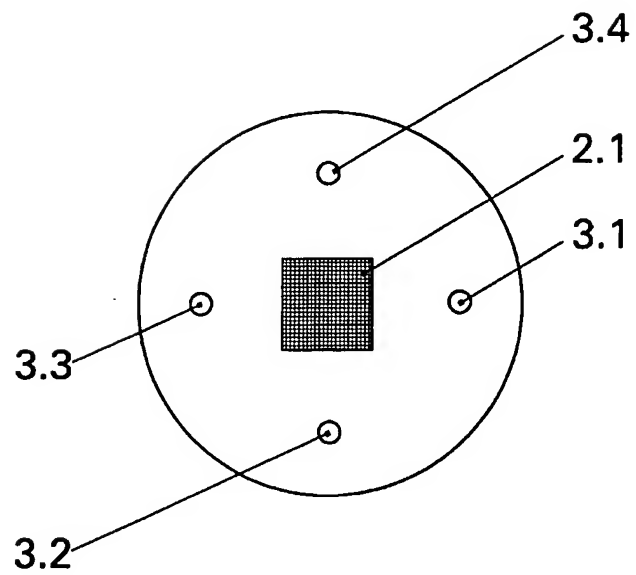


Fig. 10

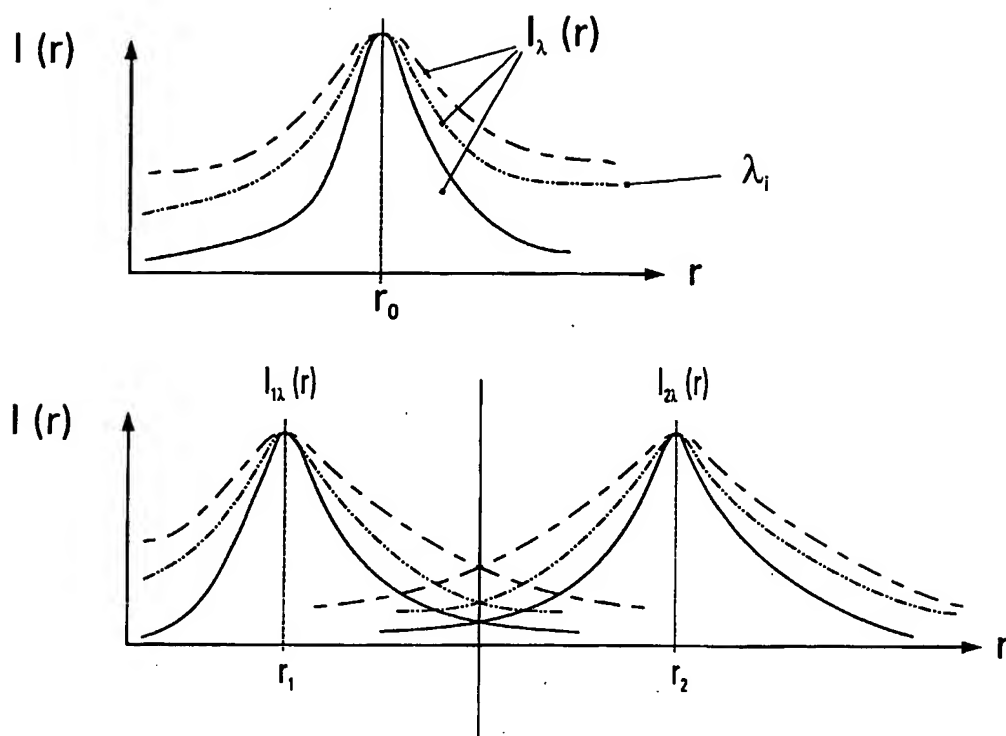


Fig. 11

Form PCT/SA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Publication No

PCT/DE 03/01556

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10123561	A	18-10-2001	DE 10123561 A1 DE 20121729 U1 DE 20121731 U1	18-10-2001 12-06-2003 12-06-2003
WO 0159708	A	16-08-2001	AU 3206401 A WO 0159708 A1	20-08-2001 16-08-2001
DE 10128717	A	19-12-2002	DE 10128717 A1 WO 02101668 A2	19-12-2002 19-12-2002
WO 9837507	A	27-08-1998	AU 3022897 A WO 9837507 A1 EP 0961988 A1	09-09-1998 27-08-1998 08-12-1999

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

International Patentzeichen

PCT/DE 03/01556

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G06K9/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Researchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G06K

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 23 561 A (THALES COMM GMBH) 18. Oktober 2001 (2001-10-18)	1-5, 12-20
Y	Zusammenfassung Absätze '0007!-'0011!; '0014!-'0018!; '0021!; Abbildungen 1A-1D, 3	7-11
X	WO 01 59708 A (CLARKSON MATTHEW JOHN ;HAWKES DAVID JOHN (GB); BTG INT LTD (GB); R) 16. August 2001 (2001-08-16) Zusammenfassung Seite 3, Zeile 22 -Seite 4, Zeile 2 Abbildung 1A Seite 1, Zeile 3 - Zeile 8 --- -/--	1,6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

A Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Dezember 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

05/01/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

KESSLER, C

INTERNATIONALER FORSCHUNGSBERICHT

Internationale Patente

PCT/DE 03/01556

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	<p>YOKOYAMA A ET AL: "Realtime range imaging using adjustment-free photo-VLSI-silicon range finder"</p> <p>INTELLIGENT ROBOTS AND SYSTEMS '94. 'ADVANCED ROBOTIC SYSTEMS AND THE REAL WORLD', IROS '94. PROCEEDINGS OF THE IEEE/RSJ/GI INTERNATIONAL CONFERENCE ON MUNICH, GERMANY 12-16 SEPT. 1994, NEW YORK, NY, USA, IEEE, 12. September 1994 (1994-09-12), Seiten 1751-1758, XP010142066 ISBN: 0-7803-1933-8</p> <p>Sektion 1, erster Absatz; Sektion 2, erster Absatz; Sektion 4.</p> <p>---</p>	7,9
Y	<p>DE 101 28 717 A (TST TOUCHLESS SENSOR TECHNOLOGIES; GILENKO, M)</p> <p>19. Dezember 2002 (2002-12-19)</p> <p>Zusammenfassung</p> <p>Abbildungen 1-3</p> <p>Absätze</p> <p>'0004!', '0007!', '0008!', '0011!', '0012!</p> <p>Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 6</p> <p>---</p>	8-11
A	<p>SARRIS N ET AL: "Three dimensional facial model adaptation"</p> <p>PROCEEDINGS 2000 INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGE PROCESSING (CAT. NO.00CH37101), PROCEEDINGS OF 7TH IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON IMAGE PROCESSING, VANCOUVER, BC, CANADA, 10-13 SEPT. 2000, Bd. 2, 10. September 2000 (2000-09-10), Seiten 219-222, XP010529963</p> <p>Sektion 2.1; Figuren 1 und 4</p> <p>---</p>	6
A	<p>WO 98 37507 A (KABA SCHLIESSTSYSTEME AG ; HAUKE RUDOLF (DE))</p> <p>27. August 1998 (1998-08-27)</p> <p>Zusammenfassung</p> <p>Abbildung 1</p> <p>Seite 4, Zeile 16 - Zeile 29</p> <p>Seite 8, Zeile 1 - Zeile 6</p> <p>-----</p>	6

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Kennzeichen
PCT/DE 03/01556

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10123561 A	18-10-2001	DE 10123561 A1	18-10-2001
		DE 20121729 U1	12-06-2003
		DE 20121731 U1	12-06-2003
WO 0159708 A	16-08-2001	AU 3206401 A	20-08-2001
		WO 0159708 A1	16-08-2001
DE 10128717 A	19-12-2002	DE 10128717 A1	19-12-2002
		WO 02101668 A2	19-12-2002
WO 9837507 A	27-08-1998	AU 3022897 A	09-09-1998
		WO 9837507 A1	27-08-1998
		EP 0961988 A1	08-12-1999